

대한재활의학회지 : 제 31 권 제 3 호 2007

양측 후뇌동맥 경색으로 인한 뇌량 손상 후 발생한 거울상 쓰기

- 증례 보고 -

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

김형섭 · 김용욱 · 박창일 · 노혁재 · 박종범

**Mirror-writing after Corpus Callosum Lesion Induced by Both Posterior Cerebral Artery Infarction
- A case report -**

Hyoung Seop Kim, M.D., Yong Wook Kim, M.D., Chang Il Park, M.D., Hyuck Jae Rho, M.D. and Jong Bum Park, M.D.

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

“Mirror-writing” is the simultaneous process of reversing individual letters and composing word strings in reverse direction. It is reported that the lesions which cause “mirror-writing” are left parietal lobe, left basal ganglia, right supplementary motor area, left supplementary motor area, left cingulate gyrus, and left angular gyrus. To explain this phenomenon, several theories have been proposed such

as the motor, the visual dominance, the supplementary motor area, the visio-spatial, the visual word-form, the hemispatial factor or directional and the reflected graphemic representation hypotheses. With reviewing some of literatures, we present a case of “mirror-writing” of posterior corpus callosum lesion which is not included in the aforementioned those. (*J Korean Acad Rehab Med* 2007; 31: 351-355)

Key Words: Corpus callosum, Mirror writing, Posterior cerebral artery infarction

서 론

거울상 쓰기는 각각의 문자나 낱말을 연달아 반대방향으로 쓰는 것으로 정상 사람의 경우 자신의 이마에 글씨를 쓰거나 혹은 탁자 아래 글을 쓸 때 나타날 수 있고, 어린이, 발달성 읽기 장애자(developmental dyslexics) 및 일부 건강한 왼손잡이에서 나타날 수 있다.^{1,2} 뇌 병변에 의한 거울상 쓰기는 우측 편마비 환자의 2.4%에서 일시적으로 나타난다고 하며^{2,3} 거울상 쓰기를 일으킬 수 있는 뇌병변의 영역으로는 좌측 두정엽,⁴ 좌측 기저핵,^{1,5} 우측 보조 운동 영역,⁶ 좌측의 보조 운동 영역 및 띠이랑(cingulate gyrus) 부위 및 각이랑(angular gyrus)⁷ 등이 보고되고 있다. 국내에서도 뇌 자기공명영상에서 병변의 위치가 확인되지 않은 외상성 뇌 손상 환자의 거울상 쓰기 1례,³ 좌측 측두-두정엽 경색 후 발생한 왼손의 거울상 쓰기 1례,⁴ 좌측 렌즈핵 출혈과 우측 전두엽 출혈로 인한 거울상 쓰기를 보고한 적이 있다.

이제까지 보고된 증례는 주로 좌측 대뇌반구 손상으로 인하여 기능적으로 오른손을 사용할 수 없고 왼손으로 글을

쓸 때 나타난 거울상 쓰기였다. 저자들은 양측 후뇌동맥 경색으로 인한 후두엽과 후뇌량(posterior corpus callosum) 손상 이후 양손의 거울상 쓰기를 경험하였기에 보고하고자 한다.

증 례

73세 여자 환자가 내원 하루 전 발현된 우측 상하지의 근력저하와 언어 장애를 주소로 응급실을 통해 입원하였다. 가족력 상에는 특이 사항이 없었으며, 과거력 상 고혈압을 10년 전, 당뇨를 3년 전, 심방 세동을 2년 전에 진단받고 약물복용 중이었다. 이전에 뇌졸중은 없었으며, 흡연과 알코올 섭취는 하지 않았다. 환자는 병전에 글씨 쓰거나 식사를 할 경우에는 주로 오른손을 사용하였고 칼질하거나 물건을 들 때는 왼손을 이용하였다.

내원 당시 응급실에서 시행한 신경학적 검사에서 환자의 의식은 명료하였으나 지남력은 사람에게만 완전하였고, 기억력은 최근 기억까지 완전하였으나 회상은 하지 못하였다. 언어에서는 명료도, 내용전달 및 유창성 측면에서 특별한 어려움을 보이지 않으나 단어 이름대기에 다소 저하된 수행을 보이는 정도의 실어증이 나타났다.

뇌신경학적 검사에서 양측 눈 대광반사에 모두 반응하였으며 외안근의 안구 진탕은 없었고 양측에서 시야 장애를 호소하였다. 우측의 경미한 중심성 안면 마비가 나타났으며, 혀와 목젖의 치우침은 없었으며 좌우 지남력 장애는 없

접수일: 2006년 7월 19일, 게재승인일: 2007년 2월 27일

교신저자: 김용욱, 서울시 서대문구 신촌동 134

ⓈT20-752, 신촌세브란스병원 재활의학과

Tel: 02-2228-3710, Fax: 02-363-2795

E-mail: ywkim1@yumc.yonsei.ac.kr

었다.

근력 검사에서 좌측은 근력 저하가 관찰되지 않았고 우측의 상지 및 하지의 근위부 및 원위부 근육에서 모두 MRC (medical research council) grade 4/5로 근력저하를 보였으며 감각 신경 검사에서 우측의 접촉, 통증 및 온도, 위치 감각이 모두 저하되었다. 소뇌 검사(finger to nose, heel to shin, rapid alternating movement)에서는 우측에서 운동 실조증이 나타났으며 평형감각이 떨어져 연속보행(tandem gait) 검사는 시행하지 못하였다. 심부근 반사에서 우측 상지와 하지에서 증가된 소견이 나타났다.

내원 2일 후 시행한 뇌 자기공명영상검사에서 양측 후뇌 동맥 영역의 후두엽, 뇌량 및 좌측 시상부위에 급성 경색 소견이 관찰되었다(Fig. 1).

환자는 입원 11일에 신경과적 평가와 치료를 마친 뒤 본원 재활의학과에 전과되었고 뇌경색 15일 후 시행한 언어 평가에서는 왼손으로 글쓰기를 할 경우 한글, 한자, 영어 철자 모두 거울상 쓰기를 하였으나 오른손으로는 일부 글자를 제외하고 정상적으로 쓰고 있었다. 환자는 검사 시행중 왼손으로 글쓰기를 할 경우 본인 의지와는 무관하게 거울상으로 써지고 거꾸로 쓰기 때문에 힘들다고 호소하였다. 왼손으로 글을 쓸 때 용지의 중앙이나 우측에 치우친 곳에서 시작하여 왼쪽 방향으로 나아갔으며, 용지의 좌측부터 쓰는 경우에는 용지의 공간이 부족해도 좌측으로 억지로 쓰려고 하는 반응이 일부 관찰되었으나, 하나하나 짚어 가며 좌에서 우로 나아가면서 쓰도록 단서를 주면 좌에서 우로 쓰는 것이 가능하였다. 베크 쓰기의 경우 스스로 쓰기와

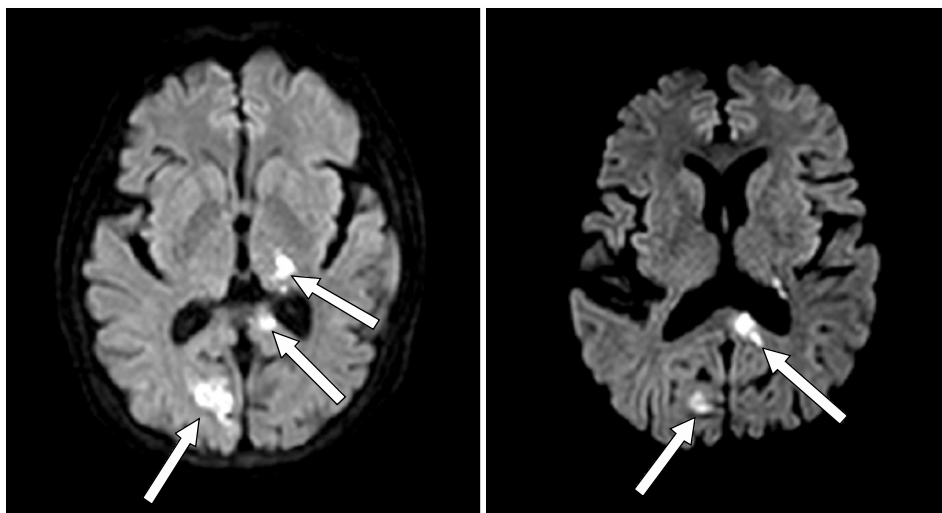


Fig. 1. Diffusion weighted MRI shows the acute infarctions (arrows) of right occipital lobe, left thalamus and posterior corpus callosum.

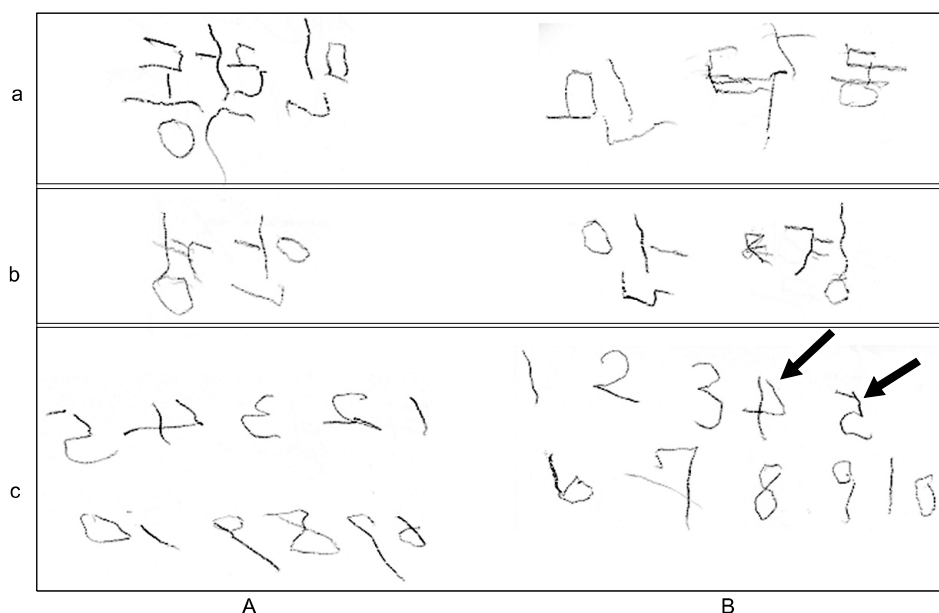


Fig. 2. The examples of mirror-writing written by left hand (A) and by right hand (B) are shown. (a) Copying the Korean word of “민락동” (Minrack-Dong; Minrack county), (b) Copying the Korean word of “안경” (glasses), (c) Copying numeral figures from 1 to 10.; The figures of 4, 5 are reversed (arrows) but the direction of script is from left to right side normally.

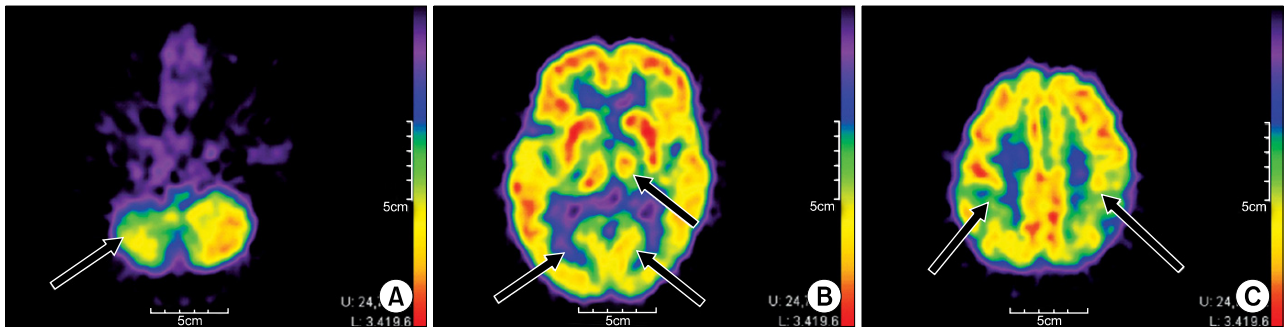


Fig. 3. The images of the brain positron emission tomography shows decreased uptake in the right cerebellum (A), both the occipital lobes, posterior part of the left thalamus (B) and the bilateral superior parietal lobes (C).

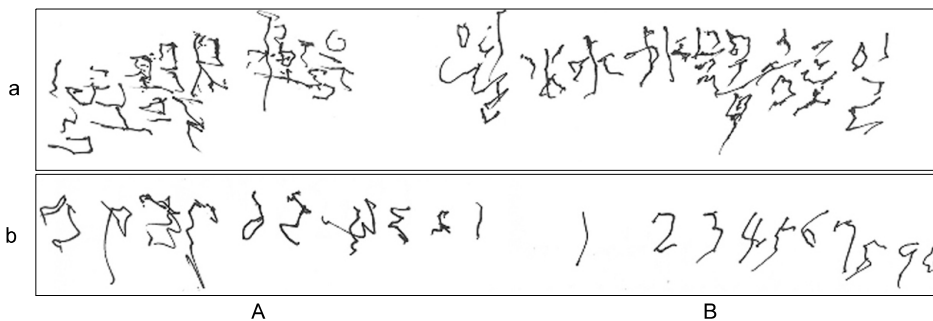


Fig. 4. 16 months after the onset, the examples of mirror-writing written by left hand (A) and right hand (B) are shown. (a) Copying the Korean words of “월, 화, 수, 목, 금, 토, 일” (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday), (b) Copying numeral figures from 1 to 10.

비교하여 왼손의 거울상 쓰기는 확연하게 줄었으나, 제시 단어에 집중하지 않은 경우 부분적으로 거울상 쓰기가 지속되었고 무의미 1음절 단어나 한 자리 숫자를 제시하는 경우 정상적으로 쓰기가 가능하였으나 음절수가 늘어나거나 숫자의 단위가 많아지는 경우에는 거울상 쓰기가 전체 혹은 부분적으로 나타나는 경우가 있었다(Fig. 2). 본인 이름을 양손으로 모두 쓰게 하고 올바른 것을 고르도록 할 경우에 오른손으로 쓴 것을 정반응으로 인정하고 있었고 소리 내어 읽기에서는 거울상 읽기는 나타나지 않았지만 문장의 이해 면에서는 하나의 문장의 경우라도 3가지 이상 지시에서는 어려움을 보였고, 문장 독해의 경우 두 문장 정도는 이해가 가능하였다.

뇌경색 16일 후 시행한 양성자 방출 단층 촬영(positron emission tomography)에서 척추기저동맥과 후뇌동맥의 영역인 동측의 시상과 후두엽의 섭취가 감소한 소견을 보였으며, 심한 뇌피질 위축으로 인한 양측 상위 두정엽의 섭취가 감소한 소견이 나타났으며(Fig. 3), 시야 검사에서는 중심부위 시야만 확보되었다.

환자는 발병 후 16개월이 지나 재입원하여 시행한 검사에서도 여전히 거울상 쓰기가 나타났다(Fig. 4).

고 찰

거울상 쓰기에 대한 기전으로는 환자의 증상 및 손상 부

위에 따라 운동 가설, 시각 우위 가설,^{2,5} 보충 운동 영역 가설,^{3,6} 시공간 가설,^{2,5} 시각 단어 형성 가설,^{2,8} 반공간 인자 가설 혹은 방향 가설,⁹ 거울상 서기소 표현 가설² 등으로 이러한 가설들은 저자들이 자신의 특수한 증례를 설명하기 위해 다양하게 제시되었다.

첫 번째, 운동 가설은 오른손의 경우 왼쪽 방향에서 오른쪽 방향으로, 왼손의 경우 오른쪽 방향에서 왼쪽 방향으로, 중심축에서 밖으로 향하도록 나가는 운동 프로그램이 설계되어 있다는 가설이다.

예를 들면 오른손으로 □를 그리면 왼손으로는 운동 프로그램에 의해 거울상으로 □이 설정되게 된다.⁶ 이와 같이 각 대뇌 반구의 운동 프로그램은 서로 대칭적으로 설정되어 있지만 정상적인 경우에는 우성인 좌측 뇌의 운동 프로그램이 활성화되어 우성수인 오른손의 좌측에서 우측으로 글씨쓰기만 나타나게 된다.⁵ 그러나 좌측 대뇌반구의 손상이 오게 되면 억제되어 있던 우측 뇌의 운동 프로그램이 활성화되어 왼손의 거울상 쓰기가 나타나게 된다는 것이다.²⁻⁶

두 번째, 시각 우위 가설은 좌우측 뇌의 반구는 서로 반대편에 대해 거울상을 맺고 있는 사실에 근거하여 제시된 가설로 시각을 통한 정보는 양측 반구에 연결되며 각각의 1차 정보와 뇌량을 통한 정보는 서로 경쟁적인 관계에 있지만 후자는 뇌량을 지나면서 감쇠되어 1차 정보에 의해 만들어진 잠재기억(engram)이 뇌량을 통한 잠재기억보다 강하다

고 한다.^{2,5} 동물실험에서 시각교차(optic chiasm)를 절단하여 1차 시각상이 각각의 대뇌반구로만 들어가게 하고 한쪽 눈을 가린 후 다른 쪽 눈에 대해서 정상 및 거울상으로 양성 보상 조건 후 반대로 가린 눈으로 다시 실험을 시행했을 경우에 거울상에만 반응이 일어났다.¹⁰ 즉 이 실험으로 각각의 대뇌반구의 시각 정보는 서로 거울상이 되었다고 알 수 있으며, 뇌량이나 전교련은 이런 거울상의 회복에 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다.^{2,6,10}

세 번째는 보충 운동 영역 가설이다.^{3,6} 보충 운동 영역은 전두엽의 전운동 영역(premotor area)에 위치하여 사지 원위부의 섬세한 운동에 관여하며 동측의 1차 운동 영역과 뇌량을 통해 반대측 1차 운동 영역과 연결되어 있다. 글쓰기의 잠재기억이 좌측 대뇌반구에 형성되었다고 가정할 때 우측 보충운동영역에 손상이 있을 경우 우측 손으로 글을 쓸 때 좌측 보충운동영역의 영향을 받아 정상적인 글을 쓰게 되지만 왼손으로 쓰게 될 경우 우측 보충운동영역에 의해 좌측 글쓰기의 잠재기억이 수정되지 않고 그대로 좌측 운동 영역으로 전달되어 거울상 쓰기가 나타난다. 그러므로 우측 보충운동영역의 역할은 좌측 보충운동영역에 의한 운동 과정(motor sequence)을 왼손에 적용시킬 때 비거울상 운동으로 전환시키는 것이라 할 수 있다.^{3,5}

네 번째는 시공간 가설^{2,5}로 좌우 공간에 대한 지남력의 장애로 시각과 공간에 의해 반영된 거울상이 뇌의 병변으로 인해 병적으로 나타나는 것을 말한다. 이 경우 거울상 쓰기뿐만 아니라 안구의 운동 방향이 좌에서 우로, 그리고 위에서 좌로 바뀌어 거울상 읽기가 나타나게 되며 좌우 지남력의 장애로 담배를 거꾸로 물고 불을 붙이거나 수저의 손잡이 부분으로 커피를 휘젓고, 전화기를 거꾸로 들며 야구 주루 방향을 반대로 그리거나 지도상의 그림을 반대로 그리는 현상 등이 나타나게 된다. 거울상 쓰기와 동반된 거울상 읽기 환자는 좌측 두정-후두엽 손상 환자에서 일부 보고되었다.² 기능적 뇌 영상 검사에서 정상 시각 단어 처리는 좌측 각이랑과 좌측 안쪽 줄무늬 바깥쪽 피질이 활성화되며 좌측 반구의 활성화는 우측 반구의 활성화를 동반한다. 반면 거울상 읽기가 나타나는 환자는 정상 시각 단어 처리를 지배하는 좌측과 인접통로(commissural pathway)로 연결된 같은 위치(homotopic)의 우측 각이랑과 인접한 두정-후두엽 부위가 활성화되는 것을 확인할 수 있다. 즉 요약하자면 좌측 두정엽의 손상으로 인하여 우측 두정엽이 단독으로 활성화되어 거울상 쓰기와 거울상 읽기가 나타나게 되는 것이다.²

다섯 번째 시각 단어-형성 가설은 Orton⁸에 의해 뇌 우위(cerebral dominance) 개념으로 제시되었다. 운동 가설과 유사하게 양쪽 대뇌에 서기소(grapheme)가 형성되며 양측대뇌는 어린이가 읽기 시작할 때부터 양측 서기소가 어휘 처리과정(lexical processing)의 조절에 경쟁관계에 있게 된다. 이런 경쟁 관계에서 한쪽 대뇌반구가 어휘 처리과정에서

어느 한 방향이 주도권을 가지게 되면 반대쪽은 억제되거나 퇴행되지만 주도적인 뇌의 손상이 올 때 억제되었던 비우성 대뇌에서 거울상 읽기나 쓰기가 나타난다고 하였다.

Buxbaum 등⁹은 자신의 두 증례를 들어 운동가설과 시공간 가설을 조합하여 반공간 인자 가설을 제시하였다. 좌측 뇌경색 환자가 왼손으로 글을 쓸 경우 지면의 왼쪽보다 오른쪽에서 좀 더 많이 거울상 쓰기가 나타나며 이는 왼손으로 우측 지면에서 글을 쓸 때, 손상된 좌측 뇌의 공간 인식 영역이 오른손으로 글을 쓸 때의 운동 프로그램을 왼손으로 전환시키는 과정에 장애가 오게 되어 거울상 쓰기가 나타나게 되고 반대로 지면의 왼쪽은 대뇌의 정상적인 우측 공간 인식 영역으로 왼손으로 글씨를 쓸 때 정상적으로 나타나게 된다고 주장하였다.

마지막으로 Gottfreid 등²이 자신의 환자를 근거로 제시한 거울상 서기소 표현설이 있다. 교통사고로 인해 외상성 뇌손상을 받은 후 뇌 자기공명영상검사나 뇌 컴퓨터단층촬영 검사에서 특이 소견이 없으나 단일 광자 방출 단층 촬영 검사에서 전두엽 부위의 혈류가 감소된 환자로 위에서 제시한 예들과는 달리 우측 편마비가 발생하지 않아 오른손으로 글쓰기가 가능하였고 거울상 쓰기는 손상 후 8년 동안 지속되었다. 운동 가설의 설명과는 달리 거울상 쓰기와 거울상 읽기가 정상쓰기와 읽기보다 훨씬 쉽다고 느꼈으며 실제로도 거울상으로 쓰는 속도와 읽는 속도가 정상방향으로 쓰기와 읽기보다 빨랐다. 글씨를 쓸 때는 오른쪽에서 왼쪽방향으로 나아갔지만 그림을 그릴 때는 정상적인 오른손 잡이에서 볼 수 있는 왼쪽 방향에서 오른쪽 방향으로 그렸으며 좌우 공간 지남력 장애는 없었다. 이들은 생물은 다양한 방향에서도 물체를 인지할 수 있도록 한 가지 물체에 대해 거울상으로 기억하며 특정 방향의 물체를 정확하게 인식하기 위해 좌우 지남력을 가지게 된다고 하였다. 이러한 거울상의 기억과 지남력은 서로 평형 상태에 있지만 이는 별개의 뇌의 활동이며 특정 부위 뇌손상이 있을 경우 좌우 지남력의 장애 없이 거울상 쓰기가 나타날 수 있다고 하였다.

이제까지 제시된 증례의 뇌손상 부위는 대뇌의 국소적인 부위이거나 혹은 외상성 뇌손상으로 인한 광범위한 축삭손상으로 추정^{2,8}되지만, 본 증례는 후뇌동맥 영역인 후두엽과 후뇌량, 좌측 시상이 주로 손상되었다. 이전의 제시된 증례에서는 보고되지 않았지만 본 증례의 환자는 왼손으로 글을 쓸 때 자신의 의지대로 되지 않는다고 불평하고 있으며 거울상의 글씨를 읽을 때 이상하게 느끼고 불편해하고 있었다. 이는 뇌량 손상 환자에서 나타나는 통제 불능 손증후군(alien hand syndrome)의 임상 양상과 유사하다.⁷ 후두엽이 시각을 담당하는 중추이고 시상이 반대측 감각 통합 중추임을 고려할 때, 본 증례의 거울상 쓰기는 시각 우위 가설에서 제시된 것처럼 뇌량 손상이 거울상 쓰기와 연관이 있을 것으로 생각된다. 또한 일반적으로 뇌손상 이후의

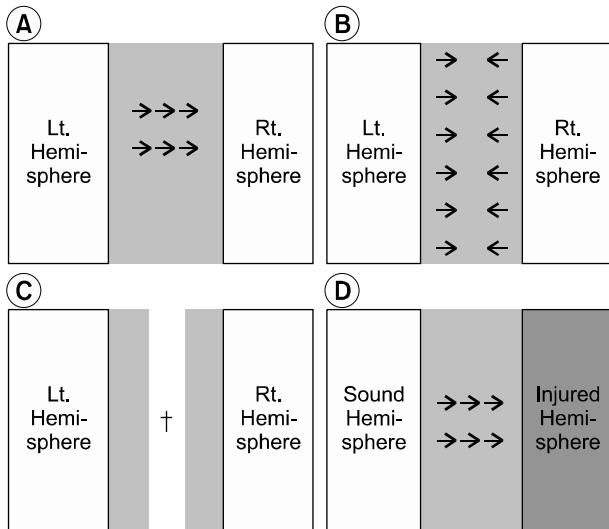


Fig. 5. These are the simple diagrams of “The integrated hypothesis” of mirror-writing. Two situations above are normal.; Specific anatominc area of left hemisphere dominates right hemisphere via corpus callosum (A). Both sides keep the balance with each other (B). (The arrows mean the direction of domination.) Two situations below are abnormal.; There is the disconnection between each hemisphere. So left hemisphere cannot dominate the other side or both sides cannot communicate with each other (C). Each side cannot keep the balance due to an injured hemisphere. Sound hemisphere dominates injured hemisphere via corpus callosum with one-sided direction (D).
*CC: Corpus callosum, †: This means the injury of corpus callosum.

원손의 거울상 쓰기는 수개월 내에 회복되는 일시적인 현상이지만^{1,3,5} 본 증례는 1년 이상 지속되고 있어 이 또한 뇌량 손상과 연관이 있을 것으로 추측된다.

본 증례와 이제까지 제시된 증례의 가설을 종합하면, 정상적인 경우 대뇌 좌우 반구의 특정 운동 및 공간에 관련된 감각부위는 교련과 뇌량을 통해 서로 연결되어 상호 견제 작용을 통해 평형상태를 유지하거나 혹은 한 쪽 반구에서 주도권을 가지고 있게 된다. 그러나 편측 뇌병변이나 혹은 대뇌 반구를 서로 연결하는 뇌량의 손상이 발생하게 되면 양측 대뇌 반구 사이의 영향력의 차이가 생기거나 또는 반대측 대뇌 반구를 통제하지 못하여 비우성수에서 거울상 쓰기가 생긴다고 정리할 수 있다(Fig. 5).

일부 거울상 쓰기 증례에서 제시되었던 좌우 구분을 하지 못하거나 우성수인 오른손의 거울상 쓰기²는 일반적인

거울상 쓰기의 예외라기보다는 공간 감각을 담당하는 대뇌의 국소적인 병변이 동반되어 있는 특수한 상황이라고 여겨지며, 영상학적 진단 방법으로 국소적인 뇌손상이 밝혀지지 않았던 거울상 쓰기^{2,3} 또한 광범위한 축삭 손상으로 인해 뇌량 손상이 동반되었을 것으로 추측한다.

그러나 뇌손상 환자의 모두에서 거울상 쓰기가 나타나지 않으므로 좀 더 분명한 거울상 쓰기의 일반적인 법칙을 유도하기 위해서는 뇌기능에 대한 해부학적 국소화가 우선 필요하리라 생각되며 이를 위해서는 뇌병변 이후 거울상 쓰기에 대한 역학조사와 진보된 신경 생리학적 검사 및 기능적 신경 영상 기법이 필요하리라 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Chia LG, Kinsbourne M. Mirror-writing and reversed repetition of digit in a right-handed patient with left basal ganglia haematoma. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987; 50: 786-788
- 2) Gottfreid JA, Sancar F, Chatterjee A. Acquired mirror writing and reading: evidence for reflected graphemic representations. *Neuropsychologia* 2003; 41: 96-107
- 3) Jung JC, Jee MJ, Lee SG, Han SS. “Mirror-Writing” in the traumatic brain injured patient without specific MRI findings. *J Korean Acad Rehab Med* 1999; 23: 879-882
- 4) Roh JH, Koh SB, Choi YS, Yu SW, Park MK, Park KW, Lee DH. Left hand mirror writing following a left temporo-parietal lobe infarction. *J Korean Neurol Assoc* 2004; 22: 138-141
- 5) Kim HT, Song HK, Kim JH, Chung KC, Kim MH. “Mirror-writing” in the patient of intracranial hemorrhage. *J Korean Neurol Assoc* 1989; 7: 150-156
- 6) Chan JL, Ross E. Left handed mirror writing following right anterior cerebral artery infarction: evidence for non-mirror transformation of motor programs by right supplementary motor area. *Neurology* 1988; 38: 59-63
- 7) Aboitiz F, Carrasco X, Schröter C, Zaidel D, Zaidel E, Lavados M. The alien hand syndrome: classification of forms reported and discussion of a new condition. *Neurol Sci* 2003; 24: 252-257
- 8) Orton ST. Specific reading disability: strephosymbolia. *JAMA* 1928; 90: 1095-1099
- 9) Buxbaum LJ, Coslett HB, Schall RR, McNally B, Goldberg G. Hemispatial factors in mirror writing. *Neuropsychologia* 1993; 31: 1417-1421
- 10) Noble J. Mirror-images and the forebrain commissures of the monkey. *Nature* 1966; 211: 1263-1265